



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2008148359/02, 08.12.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
08.12.2008

(45) Опубликовано: 27.03.2010 Бюл. № 9

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: ЗАПОРОЖСКИЙ В.П. и др. Обработка  
полупроводниковых материалов. - М.:  
Высшая школа, 1988, с.86-95. SU 459817 А,  
31.03.1975. RU 2226183 С2, 27.03.2004. JP 03-  
205846 А, 09.09.1991. US 5961852 А, 05.10.1999.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19,  
"УГТУ-УПИ", Центр интеллектуальной  
собственности, Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Жуков Юрий Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное  
учреждение высшего профессионального  
образования "Уральский государственный  
технический университет-УПИ имени  
первого Президента России Б.Н. Ельцина"  
(RU)

(54) СПОСОБ РАЗДЕЛЕНИЯ НА КРИСТАЛЛЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛАСТИН С  
ДВУХСТОРОННИМ ТОНКОПЛЕНОЧНЫМ ПОКРЫТИЕМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области  
электронной техники, а именно к способам  
разделения на кристаллы полупроводниковых  
пластин с двухсторонним тонкопленочным  
покрытием, и может быть использовано при  
получении кристаллов термодатчиков и  
термометров. Способ включает формирование  
рисок алмазным лезвийным инструментом на  
поверхности пластины и разделение путем

изгиба пластины. При этом риски формируют  
на обеих сторонах пластины. Риски,  
располагаемые на растягиваемой при  
разделении стороне пластины, формируют на  
глубину 1,1÷1,3 от толщины покрытия, а на  
сжимаемой стороне - на глубину 2,5÷3,0 от  
толщины покрытия. Технический результат -  
повышение надежности разделения и  
увеличение выхода годных кристаллов. 3 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

**B26F 3/00** (2006.01)**H01L 21/00** (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2008148359/02, 08.12.2008**(24) Effective date for property rights:  
**08.12.2008**(45) Date of publication: **27.03.2010 Bull. 9**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul. Mira, 19, "UGTU-  
UPI", Tsentr intellektual'noj sobstvennosti, T.V.  
Marks**

(72) Inventor(s):

**Zhukov Jurij Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie  
vysshego professional'nogo obrazovaniya  
"Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij  
universitet-UI imeni pervogo Prezidenta Rossii  
B.N. El'tsina" (RU)**

**(54) METHOD TO SEPARATE SOLID-STATE PLATES WITH TWO-SIDED THIN-FILM COAT INTO CRYSTALS**

(57) Abstract:

FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: invention relates to electronics engineering and can be used to produce crystals of thermal transducers and thermometers. Proposed method comprises forming marks by diamond cutter on plate surface and separation by bending the plate. Note here that marks are formed on both sides of the

plate. Marks arranged on plate side extended in separation, are formed to depth of 1.1 to 1.3 of coat thickness, while those on contracted side are formed to depth of 2.5 to 3.0 of coat thickness.

EFFECT: higher reliability and yield of ready crystals.

3 dwg

Изобретение относится к области производства изделий электронной техники, в частности, предназначено для разделения полупроводниковых пластин с двухсторонним тонкопленочным оптическим покрытием на кристаллы, которые используются для изготовления термодатчиков и термометров.

Известен и широко используется способ разделения полупроводниковых пластин алмазным диском с наружной режущей кромкой (см. В.П.Запорожский, Б.А.Лапшинов. Обработка полупроводниковых материалов. М.: Высшая школа, 1988, С.184, см. с.106-111). Для пластин с двухсторонним тонкопленочным покрытием используется сквозное прорезание кругами с толщиной до 100 мкм, которое обеспечивает почти 100% выход кристаллов.

Но этот способ при высокой надежности разделения пластин на кристаллы имеет недостатки:

- кристаллы имеют сколы до 15-18 мкм и дефектную зону до 0,1 мм вдоль сторон (см. В.П.Запорожский. С.110), что недопустимо для кристаллов с оптическим покрытием;

- при раскрое пластины на кристаллы, например, размером 2×2 мм, механические отходы материала пластины на величину реза (~100 мкм) составляют ~ 20%.

За прототип выбран способ разделения полупроводниковых пластин на кристаллы, у которого технологические отходы материала пластины при разделении близки к нулю процентов. Способ состоит в нанесении рисков на поверхность пластины алмазным лезвийным инструментом глубиной 10-20 мкм, по которым в дальнейшем происходит разделение на кристаллы изгибом пластины с нулевым расходом материала на зону разделения (см. В.П.Запорожский. С.86-95). Кристаллы, получаемые таким способом из полупроводниковых пластин без покрытия в отлаженном технологическом процессе, не содержат вдоль сторон трещин и сколов.

Наиболее распространено осуществление этого способа ребром алмазного инструмента (см. В.П.Запорожский. С.88), являющимся четырехгранной или трехгранной пирамидой. Данный вариант предполагает формообразование риски на поверхности пластины за один проход инструмента (см. В.П.Запорожский. С.93) и с большим углом (до 140°) треугольного сечения риски, что уменьшает площадь оптического покрытия у кристалла. Незатупившийся инструмент позволяет получить риски, не содержащие сколов и трещин.

Известен и второй вариант осуществления способа формообразования рисков гранью четырех- или трехгранной пирамиды, когда формообразование качественной риски осуществляется не менее чем двумя проходами инструмента (прямым и обратным ходом инструмента), так как первым проходом инструмента нельзя получить качественной, не содержащей сколов, риски (см. А.С. №1271301. Способ скрайбирования полупроводниковых пластин и резец для его осуществления. 1986). Этот вариант позволяет получить более узкую риску, с углом треугольного сечения 90°.

И первый, и второй вариант осуществления способа разделения на кристаллы полупроводниковых пластин с двухсторонним тонкопленочным покрытием обеспечивает невысокий выход годных кристаллов, который не превышает ~ 20% из-за затрудненности разделения пластин с двухсторонним тонкопленочным покрытием изгибом пластины.

Большинство тонкопленочных оптических покрытий, наносимые на кремниевые пластины термическими способами, имеют коэффициент температурного линейного расширения больший, чем у кремния. Поэтому после нанесения покрытия и

охлаждения в покрытии возникают напряжения растяжения, а в кремнии - напряжения сжатия (фиг.1). Если пластину с покрытием и нанесенными рисками с глубиной больше, чем толщина покрытия, попытаться разделить на кристаллы по рискам путем изгиба, то для разделения потребуется приложить нагрузки на пластину в несколько раз большие, чем для пластины без покрытия, то есть при нанесении покрытия пластина упрочняется и ее прочность резко возрастает. Фактически это низкая надежность разделения пластины с двухсторонним покрытием на кристаллы и низкий процент годных кристаллов из-за разделения не по риске.

Сущность заявляемого способа разделения на кристаллы полупроводниковых пластин с двухсторонним тонкопленочным покрытием состоит в том, что для разделения используется новое состояние полупроводниковой пластины с двухсторонним тонкопленочным покрытием, а именно наличие напряжений сжатия в слое пластины, сопрягающемся с покрытием. Пластина без покрытия при разделении на кристаллы изгибом растягивается на стороне с рисками из-за напряжений растяжения и сжимается на противоположной стороне из-за напряжений сжатия. Трещина, по которой происходит отделение кристалла, распространяется из вершины риски к противоположной стороне пластины под действием растягивающих напряжений из-за изгиба пластины.

В пластине с двухсторонним тонкопленочным покрытием для того, чтобы разделить пластину по риске, необходимо создать в поверхностном слое пластины с риской растягивающие напряжения большие, чем в пластине без покрытия, на величину существующих в ней напряжений сжатия. Противоположная сторона пластины с покрытием должна при разделении сжиматься, а она уже находится в сжатом состоянии от покрытия. Чтобы произошел изгиб пластины для сжатой стороны, напряжения должны превышать необходимое значение.

Задачей заявляемого способа разделения на кристаллы полупроводниковых пластин с двухсторонним тонкопленочным покрытием, включающим формирование рисков алмазным лезвийным инструментом и разделение путем изгиба пластины, является обеспечение надежного разделения пластины с увеличением количества годных кристаллов.

Диапазоны глубин рисков предписываются условиями последующего разделения пластины.

Риска на растягиваемой при изгибе стороне пластины формируется с глубиной  $1,1 \div 1,3$  от толщины покрытия ребром пирамиды алмазного инструмента. Вершина риски должна располагаться в материале пластины, только в этом случае, при изгибе пластины, будет распространяться трещина от нее, по которой произойдет разделение, что обеспечивает минимальная глубина риски -  $1,1$  от толщины покрытия. Максимальная глубина риски -  $1,3$  от толщины покрытия гарантирует получение риски с минимальным количеством дефектов вдоль ее сторон, при формировании ее ребром алмазного инструмента. В этом диапазоне глубин рисков, в вершине риски напряжения сжатия, присутствующие под покрытием в пластине (фиг.1), будут сняты (см. М.Фрохт. Фотоупругость. Государственное издательство технико-теоретической литературы. Москва-Ленинград. 1950, С.60, Фиг.2.18). Напряжения сжатия создает покрытие, риска удаляет покрытие и в оставшейся без покрытия части пластины, примыкающей к риске с глубиной  $1,1 \div 1,3$  от толщины покрытия, возникнут напряжения растяжения (см. фиг.2).

На сжимаемой стороне при изгибе пластины с покрытием формируют риску с глубиной  $2,5 \div 3,0$  от толщины покрытия двумя проходами грани алмазной пирамиды.

Минимальная глубина риски 2,5 от толщины покрытия определяется тем, что вершина этой риски располагается ниже зоны сжатия в пластине от покрытия, а глубина риски 3,0 от толщины покрытия располагается уже в недеформированной зоне пластины от покрытия. Весь диапазон глубин рисков на сжимаемой при разделении

5 стороне пластины позволяет повысить надежность его за счет того, что деформации сжатия этой стороны пластины выполняются сближением сторон рисков при неизменных напряжениях в кристаллах.

Способ поясняется следующими чертежами:

10 фиг.1 показывает распределение напряжений в пластине и покрытии, нанесенном с двух сторон кремниевой пластины и состоящем из ZnS.

фиг.2 показывает пластину с двухсторонним тонкопленочным покрытием и с нанесенными рисками с разной глубиной. Распределение напряжений в пластине и покрытии на изменилось. В зоне расположения вершин рисков напряжения

15 отсутствуют. В точках пересечения сторон рисков с промежуточным слоем между пластиной и покрытием в пластине возникают растягивающие напряжения с глубиной их распространения не более, чем 1,3 от глубины риски.

фиг.3. Разделение полупроводниковой пластины с двухсторонним покрытием на кристаллы. Зона, свободная от сжимающих напряжений, до изгиба пластины

20 ограничена точками 1, 2, 3, 4 - это зона распространения трещины при ее изгибе.

Осуществление способа состоит в формировании рисков с глубиной  $1,1 \div 1,3$  от толщины покрытия на растягиваемой при последующем изгибе стороне пластины и с глубиной  $2,5 \div 3,0$  от толщины покрытия на сжимаемой стороне.

25 Разделение пластины происходит изгибом пластины в целом, но при этом между соседними кристаллами наибольшую деформацию претерпевает материал пластины в зоне от риски с глубиной  $1,1 \div 1,3$  от толщины покрытия, где происходит его растяжение и зарождение трещины разделения до риски с глубиной  $2,5 \div 3,0$  от

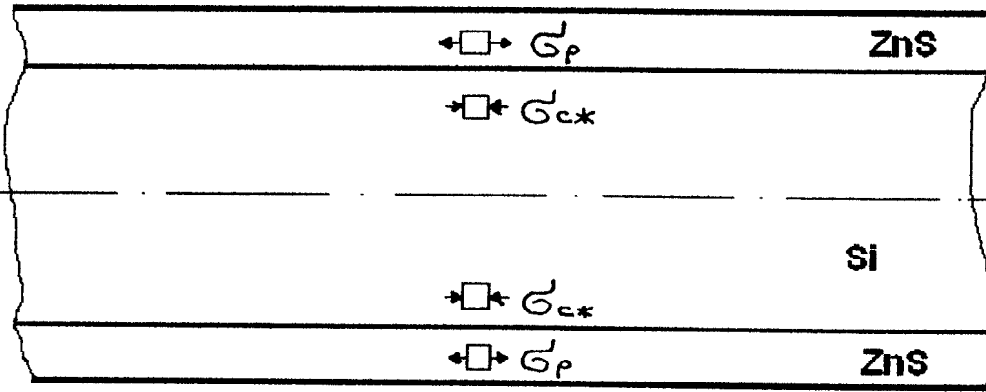
30 толщины покрытия, где происходит сжатие. Зона распространения трещины между кристаллами ограничена т. 1, 2, 3, 4 и линиями, соединяющими эти точки (фиг.3) в процессе изгиба пластины деформируется в большей степени и с меньшими нагрузками, чем сами кристаллы, которые находятся уже в деформированном состоянии. Нагрузка для изгиба всей пластины с двухсторонним тонкопленочным

35 покрытием не превышает нагрузки для разделения пластины без покрытия. Надежность разделения высокая ~ 100% годных кристаллов.

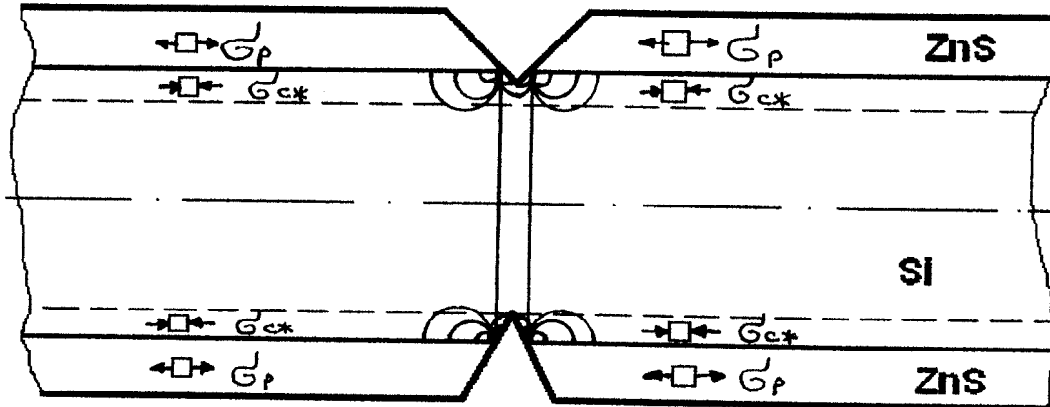
#### Формула изобретения

40 Способ разделения на кристаллы полупроводниковых пластин с двухсторонним тонкопленочным покрытием, включающий формирование рисков алмазным лезвийным инструментом на поверхности пластины и разделение, путем изгиба пластины, отличающийся тем, что риски формируют на обеих сторонах пластины, причем риски, располагаемые на растягиваемой при разделении стороне пластины,

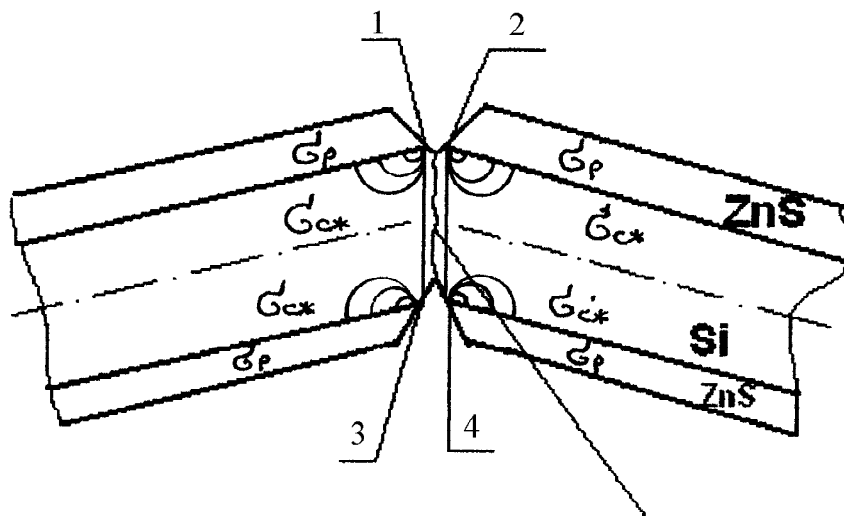
45 формируют на глубину  $1,1 \div 1,3$  от толщины покрытия, а на сжимаемой стороне - на глубину  $2,5 \div 3,0$  от толщины покрытия.



Фиг.1



Фиг.2



Зона распространения трещины  
между кристаллами

Фиг.3